云 南 植 物 研 究 2001, Suppl. XIII: 69~74
Acta Botanica Yunnanica

热带地区水田耕作多样性——以西双版纳大卡老寨为例*

付永能，郭辉军，陈爱国，崔景云
（中国科学院西双版纳热带植物园，云南 勐腊 666303）

摘要：通过随机抽样和农户推荐，对西双版纳大卡老寨12户农民的水田采用典型取样法设立48个1 m^2（1×1m）的样方进行调查并结合现场社会经济状况调查。结果表明：从整个水田类型来说，共记录31个物种1113个体数，其中物种利用率和个体利用率分别达到16.1%和43.7%。水稻作为目的物种，其株丛数和频度都居首位，重要值也相应地居首位。水田里其它优势草本有圆叶节节菜（*Rotala rotundifolia* Koehne）、四叶苹（*Marsilea quadifolia* Linn.）和草龙（*Ludwigia octovalvis*（Jacq.）Raven）等湿性或水生的草本为主。水稻作为人工引入种，其个体数量占全部物种个体总数的41.9%，同时其它物种也是草本，物种数较少而个体数较多，致使整个水田群落物种丰富度和农业物种丰富度均相对较低。同时导致群落均匀度指数较低，仅为0.53。不同农户水田植物物种丰富度和农业物种丰富度都存在较大的差异。这是因为农户种植的水稻品种不同和管理技术不同，同时不同农户对同一物种的认识和利用存在所致。不同农户水田植物种类和结构的不同，导致不同农户之间植物群落相似性系数最大仅为0.06，而差异性系数高达0.87，水田植物种类组成几乎完全不同，同时获得的经济效益存在差距。采用曲线S=a+blnB作为农户数-物种数曲线的拟合模型初步确定热带地区水田户级水平农业生物多样性的抽样比例为19%。

关键词 水田；户级水平农业生物多样性评价；农户-物种曲线；经济价值评价
中图分类号：Q 948 **文献标识码**：A **文章编号**：0253-2700(2001)增刊XIII-0069-74

Surveying Household - Based Diversity in Wet - Rice Fields at Daka, Xishuangbanna, Yunnan

FU Yong - Neng, GUO Hui - Jun, CHEN Ai - Guo, CUI Jin - Yun
(*Xishuangbanna Tropical Botanic Garden*, *Chinese Academy of Science*, Mengla 666303, China)

Abstract: Twelve sampling plots of wet - rice field were investigated of twelve households of Daka, Xishuangbanna, Yunnan. The results show that there are great discrepancies of plant species richness among different households. Furthermore, hierarchical agglomerative graphics of wet - rice field indicated that plant community similarities among different households are low. Meaningwhile, according to the semi - structure interview of sampling households, the authors found that species economic value were different from each household. Species - household curve that similar to area - species curve of wet - rice field showes the minimum sampling percentage were 19% based on the fit and assessment of model curve S = a + blnB. A list of plants found in sampling plots is attached.

Key words: Household - based agrobiodiversity assessment (HH - ABA); Wet - rice field; Economic value, Species - household curve;

水田作为重要的一个农业生态系统，水田植物的组成、多样性和利用情况国内外研究报道较多（闻大中，1995；温远光，1998；中国生物多样性国情研究报告组，1998），但从户级水平研究的尚不多见（Fu Yongneng 等，2001）。本文以西双版纳大卡老寨为例进行水田户级水平农业生物多样性评价方法的初步探讨。

---

* 基金项目：联合国大学（UNU）、全球环境基金（GEF）“人、土地与环境（PLEC）项目计划”“中国云南农业生物多样性保护与农村社区可持续发展研究与试验示范项目”资助。

1 研究地区简介

大卡老寨是隶属西双版纳州勐腊县勐仑镇大卡办事处的一个爱尼族村寨，地处 N21°41′，E101°25′，距勐仑镇 8 公里，距勐仑自然保护区 10 公里。年平均气温 21.5℃，≥10℃积温为 7811℃，年降雨量 15563 mm，雨季降雨（5 月 ~ 10 月）占全年降雨 82%，干湿季分明，相对湿度 83%，土壤为砖红壤性红壤，pH 值 5.5 ~ 6.5，原生植被为热带季节性雨林。该村位于半山腰，海拔 540 ~ 980 m，为西双版纳典型的热带山地村寨类型。全村共 53 户 304 人，共有土地 727 公顷。

2 研究方法

以 UNU/PLEC BAG Guideline（Zarin 等，2000）为基础，根据户级水平农业生物多样性评价方法（郭辉军等，2000），结合大卡老寨水田的特色，进行农户选择和样地设置与调查、分析。

2.1 农户的选择

以大卡老寨户口本为基础进行随机抽样为主，辅以农户推荐来进行农户选择，确定 12 户，抽样比例达 23%。

2.2 样地设置与调查

户级水平农业生物多样性评价样地选择以抽样农户的土地分布和边界为依据，样地形状和样地面积大小也以农户所拥有的土地为依据。本次研究根据大卡老寨水田这一土地利用方式，采用典型取样法每户设 4 个 1 m^2（1 × 1m）的小样方调查草本的株（丛）数，共计 12 个样方。记录不同样方的生境及特征。现场调查访问土地耕作者本身管理、栽培和直接使用的各种植物及其它相关的技术和知识。同时现场调查水稻品种和产量等。外业工作于 2000 年 10 ~ 11 月份完成。

2.3 内业分析

2.3.1 物种丰富度分析：本文选择物种丰富度指数为 D_{Mo}、农业物种丰富度指数 D'_{Mo}和多样性指数为 Shannon – Wiener 指数 H 进行不同农户以及不同土地利用类型物种丰富度的分析（马克平，1994）。其中农业物种丰富度指数 D_{Mo}是指一定数量的个体中被利用物种的数目。D_{Mo} = Sg（被利用物种数目）/Ng（被利用物种个体数）。同时分析利用物种的数量和比例（郭辉军，1998）。

2.3.2 农户间比较分析和相似度分析：采用二元属性数据的 Whittaker 指数 β_{ws}和相似性系数 C_J 进行农户之间农业生物多样性的差别。各计算公式详见有关专著（马克平，1994；郭辉军，1998）。

2.3.3 农户数 – 物种数曲线分析：不同土地利用类型最小农户抽样比例的确定。

3 结果与分析

3.1 不同农户家庭水田物种丰富度分析

3.1.1 不同农户样方物种丰富度分析

物种丰富度是物种多样性测度中较为简单且生物学意义明显的指数。从表 1 可以看出，同一土地利用类型内不同样方之间物种丰富度、农业物种丰富度、多样性指数、物种利用率及个体利用率都存在差异。如 12 户家庭水田物种丰富度平均值为 0.094，其中最大的 4 号沙安比平均值多 48%，最小的 3 号干周比平均值少 33%。农业物种丰富度指数平均值为 0.04，其中最大的 12 号南索比平均值多 68%，最小的 5 号南桑、8 号敢飘比平均值少 43%。这是因为不同农户对同一物种的认识和利用不同而致。如凤眼蓝，2 号、6 号和 10 号农户都利用它，但 11 号农户却不利用。而其中又只有 6 号能叫出其当地名（lao ni wo niu）。又如鱼眼草，4 号农户和 7 号农户都认识其民族当地名（a lu da pia），但 4 号利用而 7 号农户不利用。对于草本，不同农户对于不认识的草本，水田里统称为 de ma ya mo，意为“田里的草”，这与把轮歇地或橡胶林里的不认识的草本统称 ye 'zi 极为相似。而从整个水稻田景观来看，在 12m^2 样地里，共记录 31 个物种，其中利用物种为 5 个，利用率达 16.1%。个体数为 1113，其中利用个体为 488，利用率达到 43.7%。

表1　大卡老寨不同农户水田物种丰富度及利用率表

Table 1　Species richness indices of different household of wet - rice field in Daka

样方编号及户主	面积(M2)	物种数	个体数	利用物种数	利用个体数	物种利用率（%）	个体利用率（%）	物种丰富度	H多样性指数	农业物种丰富度
1　才飘	4	8	82	1	38	12.5	46.3	0.098	1.97	0.026
2　单梭	4	9	101	2	49	22.2	48.5	0.089	1.90	0.041
3　干周	4	8	126	1	35	12.5	27.8	0.063	2.10	0.029
4　沙安	4	15	101	2	47	13.3	47.0	0.149	2.49	0.043
5　南桑	4	6	56	1	43	16.7	76.8	0.107	1.31	0.023
6　梭单	4	7	80	2	34	28.6	42.5	0.088	1.70	0.059
7　和梭	4	9	118	1	40	11.1	33.9	0.076	1.38	0.025
8　敢飘	4	7	85	1	44	14.3	51.8	0.082	1.45	0.023
9　兰飘	4	6	56	1	18	16.7	32.1	0.107	2.09	0.056
10　安门	4	7	84	2	43	28.6	51.2	0.083	1.40	0.047
11　张五	4	9	116	2	51	22.2	44.0	0.078	1.74	0.039
12　南索	4	12	108	3	45	25.0	41.7	0.111	1.96	0.067
水田	48	31	1113	5	486	16.1	43.7	0. 028	2. 47	0. 010

3.1.2　景观水平农户水田植物分析

从表2可以看出，水稻作为目的物种，其株丛数和频度都居首位，重要值也相应地居首位。水田里其它优势草本有圆叶节节菜、四叶苹和草龙等湿性或水生的草本为主。这与刀耕火种地以飞机草（*Eupatorium odoratum* Linn）、华马唐（*Digitaria chinensis* Hornem）、绸缨菊（*Camchaya loloana* Kerr）、白茅（*Imperata cylindrica* Baeuv）等占优势、3年橡胶林以飞机草、白茅等阳性物种为主形成鲜明的对比（付永能等，2000a；2000b）。而杂草是农业生态系统中的重要生物组成部分，近年来保护农业生产区域中杂草等野生植物的多样性以及发挥其在维持生态平衡中的作用逐渐为人们所重视（郭永良等，1996；陈欣等，2000）。

表2　大卡老寨水田植物重要值分析

Table 2　Important value indices of species in wet - rice field in Daka

物种 Species		株（丛）数 I. N.	相对密度 Relative density	相对频度 Relative frequence	重要值 Important value index
水稻	*Oryza sativa* Linn	466	41.87	11.93	53.8
圆叶节节菜	*Rotala rotundifolia* Koehne	231	20.75	7.95	28.7
四叶苹	*Marsilea quadifolia* Linn	98	8.81	7.95	16.76
草龙	*Ludwigia octovalvis*（Jacq.）Raven	46	4.13	5.96	10.09
碎米莎草	*Cyperus iria* Linn	9	0.81	8.95	9.76
霍香菊	*Ageratum conyzoides* L	75	6.74	2.98	9.72
水龙	*Ludwigia adscandens*（L.）Hara	55	4.94	3.98	8.92
凤眼蓝	*Eichhornia crassipes* Solms	18	1.62	3.98	5.6
野慈菇	*Sagittaria sagittifolia* L. var. sinensis（Sims.）Mak	13	1.17	3.98	5.15
雀稗	*Paspalum thunbergii* Kunth	11	0.99	3.98	4.97
沼菊	*Enydra flucytuans* Lour	19	1.71	2.98	4.69
三棱草	*Bulbostylis Barbata*（Rottb.）Kunth	6	0.54	3.98	4.52
丁香蓼	*Ludwigia prostrata* Roxb	4	0.36	3.98	4.34
双穗雀稗	*Paspalum paspaloides*（Michx.）Scribn	10	0.9	2.98	3.88
金钮扣	*Spilanthes paniculata* Wall. ex DC	6	0.54	2.98	3.52
地耳草	*Hypericum japonicum* Thunb. ex Murray	5	0.45	2.98	3.43
水蜈蚣	*Kyllinga brevifolia* Rottb	3	0.27	2.98	3.25
蒺藜	*Tribulus terrestris* Linn	10	0.9	1.99	2.89
连子草	*Alternanthera sessilia*（L.）DC	2	0.18	1.99	2.17
通泉草	*Mazus pumilus*（Burm. f.）Van Steenis	2	0.18	1.99	2.17
鱼眼草	*Dichrocephala integrifolia*（L. f.）O. Ktze	2	0.18	1.99	2.17
白花蛇舌草	*Hedyotis diffusa* Willd	7	0.63	0.99	1.62

续表

物种 Species		株（丛）数 I. N.	相对密度 Relative density	相对频度 Relative frequence	重要值 Important value index
水蓼	*Polygonum Hydropiper* L	4	0.36	0.99	1.35
鸭趾草	*Commelina communis* L	1	0.09	0.99	1.08
酢浆草	*Oxalis corniculata* L	1	0.09	0.99	1.08
非洲戴星菊	*Sphaeranthus senegalensis* DC	1	0.09	0.99	1.08
马蹄金	*Dichondra repens* Forst	1	0.09	0.99	1.08
两耳草	*Paspalum conjugatum* Borg	1	0.09	0.99	1.08
合计 Total	1113	100	100	200	

3.2 不同农户间比较分析

表 3 大卡老寨不同农户水田物种多样性比较表*

Table 3 Comparison of β_w and of C_J measured by binary data on wet - rice field among different households in Daka

户主及样方号 Household and Quadrate		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	才飘	/	0.65	0.75	0.48	0.71	0.29	0.53	0.6	0.57	0.47	0.53	0.6
2	单梭	0.21	/	0.41	0.58	0.73	0.38	0.78	0.38	0.47	0.38	0.56	0.52
3	干周	0.14	0.42	/	0.65	0.57	0.6	0.76	0.47	0.71	0.6	0.76	0.7
4	沙安	0.35	0.26	0.26	/	0.52	0.55	0.42	0.82	0.52	0.55	0.58	0.06
5	南桑	0.17	0.15	0.27	0.31	/	0.69	0.6	0.85	0.67	0.54	0.87	0.67
6	梭单	0.5	0.29	0.25	0.28	0.18	/	0.75	0.57	0.54	0.29	0.5	0.68
7	和梭	0.31	0.2	0.13	0.41	0.15	0.14	/	0.88	0.6	0.63	0.56	0.71
8	敢飘	0.25	0.45	0.36	0.1	0.08	0.27	0.07	/	0.69	0.71	0.75	0.47
9	兰飘	0.27	0.5	0.27	0.31	0.2	0.3	0.25	0.18	/	0.23	0.73	0.67
10	安门	0.36	0.45	0.25	0.38	0.3	0.56	0.23	0.17	0.44	/	0.63	0.47
11	张五	0.31	0.29	0.13	0.26	0.06	0.33	0.29	0.14	0.15	0.23	/	0.71
12	南索	0.25	0.31	0.18	0.23	0.2	0.19	0.17	0.29	0.2	0.36	0.17	/

* 表中对角线上部为 Whittaker 指数 β_{ws}，下部为各样方相似性系数 C_J。

The data above diagonal are（ws and down diagonal are coefficients of Quadrate similarity.

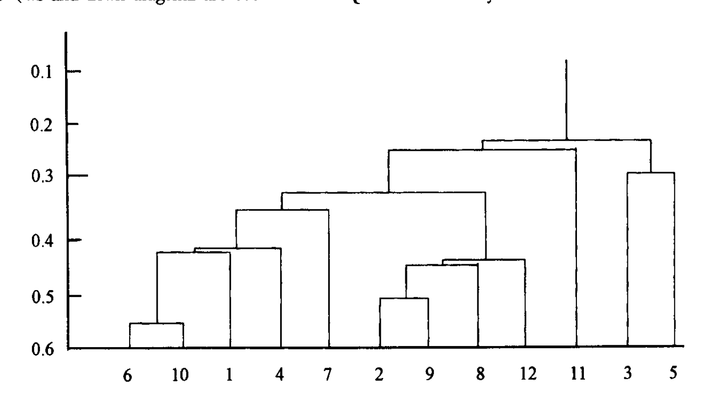


图 1 大卡寨不同农户水田物种相似性聚类图

Fig.1 The agglomerative graphics of coefficients of wet - rice field among different households in Daka

从表3可以看出，不同农户的家庭水田因植物种类和数量的不同，导致不同农户之间植物群落差异性较大，而相似性系数较小（均小于0.56)。如沙安与和梭相似性系数仅为0.06，而差异性系数高达0.87，水田植物种类组成几乎完全不同。

通过图1同样可以看出大卡老寨不同农户家庭水田植物群落差异性较大，相应地，不同农户之间水田植物群落间相似性系数较小，水田中因农户意愿不同，如部分农户种植杂交稻，有的种植传统品种（7号和索，种植白天谷)，选择不同品种本身在杆高、分株等方面存在差异，同时农户管理措施不同，如对杂草的管理不同，故相似性较小。而不同农户即使同一品种，其种

植密度也是差异较大，如同样是杂交稻，最少的兰飘水稻仅 18 丛，最多的张五达 50 丛。

3.3 最小抽样农户数分析

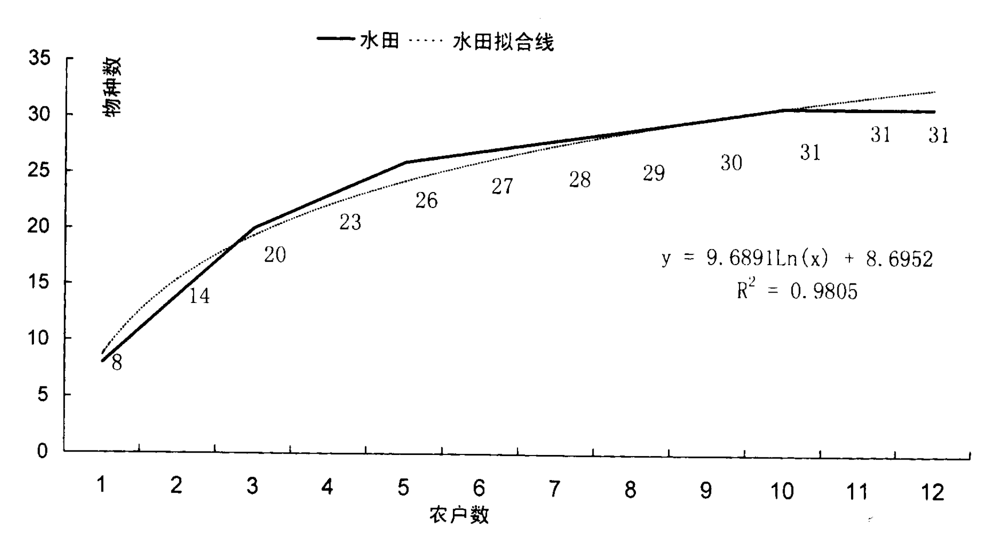


图 2　大卡老寨水田农户 - 物种曲线图

Fig.2　Species - farmer curve of paddy field in Daka

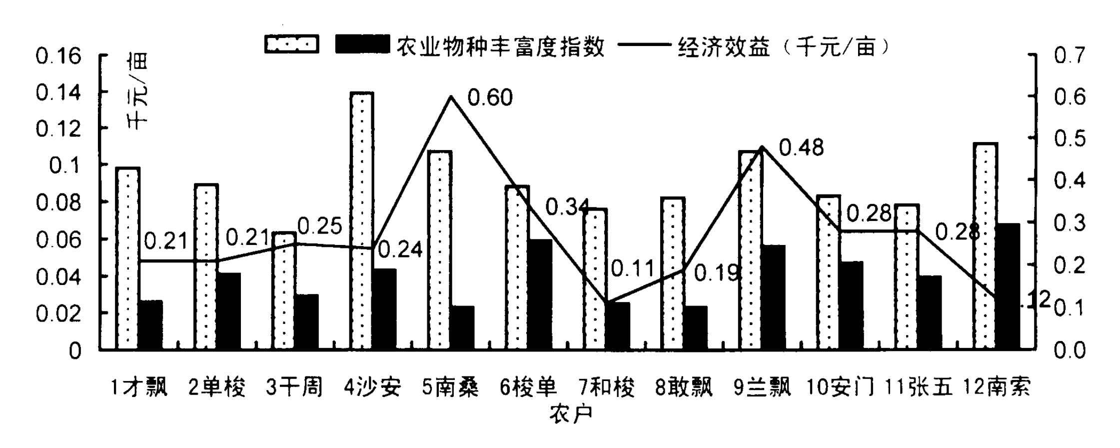


图 3　大卡老寨不同农户水田经济效益及物种丰富度比较图

Fig.3　The cash income of rice and species richness indices of paddy field between different farmers in Daka

群落的最小面积，应是组成该群落的种类成分得以充分表现，标志着应该采取的样地记录或样方的大小（Mueller & Ellenberg，1986）。不同的植物群落由于群落结构的不同，其群落的最小面积存在着一定的差异。同样，户级水平农业生物多样性评价抽样比例的大小与研究对象的特殊规律有关。通过抽样调查农户由少到多，绘出农户数 - 物种数曲线，当抽样户数达到一定的数量，而物种数量不再增加时的农户数和农户比例即为一个村寨某一土地利用类型的最小抽样比例。从图 3 可以看出，水田抽样农户扩大到 12 户，在抽样比例达 23%的范围内已出现明显的转折点，曲线逐渐趋于平缓，物种增加的速率越来越低。同时，通过种 - 面积曲线的拟合与评价方法（刘灿然，马克平，于顺利等，1999），选择曲线 $S = b + a\ln B$ 作为农户数 - 物种数曲线的拟合模型，拟合效果相当好，说明 12 户已能在很大程度上反映水田土地利用类型的植物种类。进一步还可以看出，水田抽样农户达 10 户（比例为 20%）时，植物种类甚至出现零增长。故可初步确定一个村寨家庭水田户级水平农业生物多样性的抽样比例为 20%。

3.4 不同农户水田经济效益分析

生物多样性的经济价值及其评价同样引起关注（郭中伟，李典谟，1999）。结合现场社会经

济抽样调查可以看出，不同农户水田生物资源的经济效益各不相同。其中5号农户南桑和9号农户南飘家庭，保存了较高的物种丰富度，发展了较高的农业物种丰富度的同时，水田具有较高的经济价值，可以作为典型户或示范户向农户推广。特别是南飘，给那些希望通过过度密植来提高产量的农户一个很好的借鉴。反之，7号和梭和8号农户敢飘，物种丰富度和农业物种丰富度较低的同时，水田具有较低的经济价值，应作为改造的重点户，如品种选择和种植管理经验。如Weiner研究指出，农田长期保保留一定数量的杂草与作物共存，对害虫的防治和土壤肥力的提高都有着重要的作用（Weiner，1990），这对当地不施肥、不用除草剂的水田生产方式很有指导意义。而4号沙安、12号南梭水田的物种丰富度较高，而经济价值较低，改造主要是在保持原有管理技术基础上，对品质差、效益低的品种进行改良等。

致谢：本文在调查过程中得到了大卡老寨村民散龙、迷八等干部群众的大力支持。

〔参 考 文 献〕

中国生物多样性国情研究报告组，1998，中国生物多样性国情研究报告［M］. 北京：中国林业出版社：108~112

马克平，1994. 生物群落多样性的测度方法，见：生物多样性研究的原理与方法［M］. 北京：中国科学技术出版社，141~1653

付永能，陈爱国，刘志秋等，2000. 热带山地轮歇地植物多样性及利用植物研究［J］. 生态学杂志，**19**（3），1~6

付永能，崔景云，陈爱国等，2000. 热带地区橡胶林和旱谷地户级水平农业生物多样性评价—以西双版纳大卡老寨为例［J］. 云南植物研究，增刊XII，91~101

刘灿然，马克平，于顺利等，1999，北京东灵山地区植物群落多样性研究—种—面积曲线的拟合与评价［J］. 植物生态学报，**23**（6）：490~500

陈欣，王兆骞，唐建军，2000，农业生态系统杂草多样性保持的生态学功能，生态学杂志［J］. **19**（4）：50~52

闻大中，1995，试论农业生态系统多样性［J］. 应用生态学报，**6**（1）：97~103

郭辉军，龙春林主编，1998. 云南的生物多样性［M］. 昆明：云南科技出版社，107~120

郭水良等，1996，杂草的基本特点及其在丰富栽培地生物多样性的作用［J］. 自然资源，（3）：48~52

郭辉军，Christine Padoch，付永能等，2000. 农业生物多样性评价与就地保护［J］. 云南植物研究，增刊XII，27~41

郭中伟，李典谟，1999，生物多样性的经济价值的评价［J］. 生物多样性，**6**（3）：180~185

温远光，1998，大明山不同环境梯度植被的物种多样性研究［J］. 广西农业大学学报，**17**（2）：131－137

鲍显诚等译，1986. 植被生态学的目的与方法［M］. 北京：科学出版社，26~139

Fu Y N, Guo H J, Chen A G, *et al*. 2001. Surveying household－level diversity in wet－rice fields at Daka, Yunnan. See in Cultivating Biodiversity, the Mean, Analysis and Use of Agrodiversity edited by Harold Brookfield, Christine Padoch, Michael Stocking, assisted by Helen Parsons [M]. London: ITDG Publishing.

Guo H J, Padoch, Fu Y N, *et al*, 2000. Household level agrobiodiversity assessment (HH/ABA) [J]. *PLEC News and Views*, **16**: 28~33

Weiner J, 1990. Plant population Econology in Agriculture [M]. McGraw Hill USA. 235~262

Wood D. Lenne J. M, 1999. Agrobiodiversity: characterization, utilization and management [R], CABI Publishing

Zarin D, Guo H J, *et al*, 2000，复杂农业景观系统中植物物种多样性的评价方法［J］，云南植物研究，增刊XII：18~26